

# **KUALITAS AIR SUNGAI MUSI DI KELURAHAN 1 ULU KECAMATAN SEBERANG ULU 1 PALEMBANG TAHUN 2012**

**Iis Ambarwati, I Gede Sugiyanta\*, Dedy Miswar\*\***

**Abstract:** *This research is one of description research that have purpose to describe about The Quality of Musi River's Water in 1 Ulu Village Sberang Ulu 1 Subdistrict Palembang 2012. Point of view in this research is consist of two aspects that is chemical and physic aspect. The physic aspects consist of turbidity, temperature, and water colour. Whereas, for the chemical aspects consist of Nitrat, Nitrit, H<sub>2</sub>S, and COD.*

*The object of this research all of Musi River unite from upper course to downstream to flash past in 1 Ulu Village. The technics to take sample that used into this research is purposive sample with used three areas sample and each of one area are consist of one to two observation point. The technics of data processing was did with laboratory test, survey object, observation, documentation, and interview. The data analysis processing used to analysis the result of research by three areas that is the exploration description. The result showed that the water quality Musi River polluted. It is evident from the results of the test parameters have exceded water quality standards for rivers in South Sumatera Governor Regulation No. 16 Years 2005.*

**Key words:** *The quality of water, Musi River*

**Abstrak :** Penelitian ini merupakan salah satu penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengkaji tentang Kualitas Air Sungai Musi di Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 Palembang Tahun 2012. Titik tekan dalam penelitian ini terdiri dari dua aspek yaitu aspek fisik dan kimia. Aspek fisik meliputi kekeruhan, temperatur, dan warna air. Sedangkan untuk aspek kimia meliputi Nitrat, Nitrit, H<sub>2</sub>S, dan COD.

Objek dalam penelitian ini yaitu keseluruhan unit Sungai Musi dari hulu ke hilir yang melintasi wilayah Kelurahan 1 Ulu. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sample*, dengan menggunakan tiga sampel area dan setiap satu sampel area memiliki satu hingga dua titik pengamatan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara uji laboratorium, pengukuran lapangan, observasi, dokumentasi, dan wawancara. Sedangkan teknik analisa data yang dipergunakan untuk menganalisi hasil penelitian dari ketiga sampel area tersebut yaitu dengan teknik analisa deskriptif eksploratif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Musi telah tercemar. Hal ini terbukti dari hasil uji parameter yang telah melebihi standar baku mutu kualitas air sungai menurut Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.16 Tahun 2005.

**Kata kunci:** *Kualitas air, Sungai Musi, 1 ulu Palembang*

## PENDAHULUAN

Air sungai merupakan salah satu komponen lingkungan yang memiliki fungsi penting bagi kehidupan manusia, termasuk untuk menunjang pembangunan ekonomi yang hingga saat ini masih merupakan tulang punggung pembangunan nasional. Salah satu fungsi lingkungan sungai yang utama adalah untuk pengairan lahan pertanian dan untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan berbagai industri, maka pencemaran air sungai telah menjadi masalah serius yang dihadapi oleh manusia.

Pencemaran oleh limbah domestik yaitu limbah cair yang berasal dari rumah tangga lebih umum dan mengenai lebih banyak orang daripada pencemaran oleh limbah industri. Adapun kriteria-kriteria yang mengindikasikan kualitas fisik dan kimia air menurut Endrah (2010) sebagai berikut:

- 1) Kekeruhan (turbidity), kekeruhan merupakan pengotor yang ada dalam air yang akan diolah sebelum digunakan dalam industri yang bermacam-macam. Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri.
- 2) Temperatur, kenaikan temperatur air menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi.
- 3) Warna, warna air dapat ditimbulkan oleh kehadiran organisme, bahan-bahan tersuspensi yang berwarna dan oleh ekstrak senyawa-senyawa organik serta tumbuh-tumbuhan.

- 4) Solid (Zat padat), yaitu kandungan zat padat menimbulkan bau busuk, juga dapat menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut. Zat padat dapat menghalangi penetrasi sinar matahari kedalam air.
- 5) Bau dan rasa, dapat dihasilkan oleh adanya organisme dalam air seperti alga serta oleh adanya gas seperti  $H_2S$  yang terbentuk dalam kondisi anaerobik, dan oleh adanya senyawa-senyawa organik tertentu
- 6) Derajat keasaman atau pH merupakan parameter kimia yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen pada perairan. Konsentrasi ion hidrogen tersebut dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di lingkungan perairan.

Selain itu, pencemaran lingkungan air juga dapat diukur dengan parameter kualitas limbah. Beberapa parameter kimia kualitas air yang perlu diketahui antara lain adalah BOD, COD, DO, dan pH. Sedangkan menurut Abi Rizal (2010) untuk menilai kualitas air parameter yang dapat digunakan meliputi temperatur, DO, pH, Alkalinitas, Besi, Karbondioksida, Hidrogen Sulfida, Nitrogen, Kekerasan, Chlorine, dan Kecerahan air.

Kecamatan Seberang Ulu 1 Kota Palembang merupakan salah satu kawasan perkotaan yang dialiri oleh Sungai Musi. Menurut Bapedalda Kota Palembang Tahun 2007, Sungai Musi memiliki panjang  $\pm 750$  Km dengan debit bervariasi antara  $2.700 \text{ m}^3/\text{detik}$  pada musim kemarau dan mencapai  $4.000 \text{ m}^3/\text{detik}$  pada musim penghujan.

Tabel 1. Persebaran Jumlah Penduduk di Kecamatan Seberang Ulu 1 Palembang Tahun 2011

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	1 Ulu	11.977
2	2 Ulu	10.008
3	3-4 Ulu	21.098
4.	5 Ulu	26.966
5	7 Ulu	18.340
6	8 Ulu	10.371
7	9-10 Ulu	12.490
8	15 Ulu	23.915
9	Silaberanti	17.149
10	Tuan Kentang	12.504
Total		164.818

Sumber: Kantor Kecamatan Seberang Ulu 1 Palembang

Berdasarkan tabel 1, dapat dijelaskan bahwa jumlah penduduk paling banyak terdapat di Kelurahan 5 Ulu dengan jumlah penduduknya yaitu 26.966 jiwa. Sedangkan jumlah penduduk paling sedikit berada di Kelurahan 2 Ulu dengan jumlah penduduk yaitu 10.008 jiwa. Menurut hasil prasurvey dan wawancara terhadap Wakil Camat Seberang Ulu 1, daerah yang dilalui oleh aliran Sungai Musi di Kecamatan Seberang Ulu 1 terdapat empat kelurahan, salah satunya adalah Kelurahan 1 Ulu, sedangkan yang lainnya adalah Kelurahan 5 Ulu, 7 Ulu, dan 9-10 Ulu.

Kelurahan 1 Ulu memiliki luas wilayah 51, 25 ha dengan jumlah penduduk 11.977 jiwa, yang terdiri dari 30 RT dan 5 RW. Sebagian

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka dapat diketahui rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keadaan kekeruhan air Sungai Musi Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?
2. Bagaimana keadaan temperatur air Sungai Musi Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?
3. Bagaimana keadaan warna air Sungai Musi Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?

besar penduduk yang tinggal dekat bantaran aliran sungai tidak memiliki sumur tetapi mereka memanfaatkan air sungai secara langsung untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, cuci, dan kakus. Menurut hasil wawancara dengan lurah 1 Ulu terdapat 5% kepala keluarga yang menggunakan air Sungai Musi untuk keperluan MCK.

Melihat kondisi tersebut, dimungkinkan aliran sungai yang melintas di Kelurahan 1 Ulu sudah mengalami pencemaran yang disebabkan oleh limbah domestik rumah tangga yang paling dominan, pencemaran air sungai tersebut dapat ditentukan secara fisik, kimia, dan biologis.

4. Bagaimana keadaan Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ) air Sungai Musi Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?
5. Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?
6. Bagaimana keadaan Nitrit ( $NO_2$ ) air Sungai Musi Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?
7. Bagaimana keadaan Nitrat ( $NO_3$ ) air Sungai Musi Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?
8. Bagaimana keadaan *Chemical Oxygen Demand* (COD) air Sungai Musi

## Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 tahun 2012?

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini adalah ilmu Geografi Fisik dengan ilmu bantu Hidrologi. Digunakan ruang lingkup ilmu hidrologi dalam penelitian ini dikarenakan dalam ruang lingkup Geografi Fisik terdapat salah satu aspek yaitu Hidrologi yang mengkaji hubungan timbal balik antara lingkungan dalam hal ini adalah lingkungan perairan sungai dan manusia.

Menurut R. Bintarto dalam Sumadi (2003:4) mengemukakan definisi geografi sebagai ilmu yang mempelajari hubungan kausal gejala muka bumi dan peristiwa yang terjadi di muka bumi baik fisik maupun yang menyangkut makhluk hidup beserta permasalahannya, melalui pendekatan keruangan, ekologi dan kewilayahan.

Menurut Wardiyatmoko (2006:167) sungai adalah air tawar yang mengalir dari sumbernya di daratan menuju dan bermuara di laut, danau, atau sungai lain yang lebih besar. Sungai merupakan daerah yang dilalui badan air yang bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dan melalui permukaan atau bawah tanah. Berdasarkan sifat badan air, tanah dan populasi biota air, sebuah sungai dapat dibedakan menjadi hulu, hilir, dan muara.

Menurut Suripin (2002:148) kualitas air menyatakan tingkat kesesuaian air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia, mulai dari air untuk memenuhi kebutuhan langsung yaitu air minum, mandi dan cuci, air irigasi atau pertanian, peternakan, perikanan, rekreasi, dan transportasi. Kualitas air mencakup tiga karakteristik, yaitu sifat fisik, kimia, dan biologi.

Dalam penelitian ini yang akan menjadi titik tekannya adalah sifat fisik dan sifat kimia air. Sifat fisik air meliputi kekeruhan, temperatur, dan warna. Sedangkan sifat kimia meliputi Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ), Nitrit, Nitrat dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Di bawah ini terdapat definisi yang menjelaskan beberapa parameter tersebut sebagai berikut :

### a. Kekeruhan

Menurut Suripin (2002:149), menyatakan bahwa air yang mengandung material kasat mata dalam larutan disebut keruh.

### b. Temperatur

Menurut Surupin (2002:149) temperatur air merupakan hal yang penting dalam kaitannya dengan penggunaannya, pengolahan untuk menghilangkan bahan-bahan pencemar serta pengangkutannya.

### c. Warna Air

Air murni tidak berwarna. Warna dalam air diakibatkan oleh adanya material yang larut atau koloid dalam suspensi atau mineral.

### d. Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ )

Hidrogen sulfida adalah senyawa dari 2 unsur zat kimia yaitu gas hydrogen dan belerang yang kadang kala kita sebut juga *hydrogen sulfur*.

### e. Nitrit ( $NO_2$ )

Nitrit ( $NO_2$ ) merupakan bentuk peralihan antara ammonia dan nitrat (nitrifikasi) dan antara nitrat dengan gas nitrogen (denitrifikasi) oleh karena itu, nitrit bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen.

### f. Nitrat ( $NO_3$ )

Nitrat merupakan senyawa yang banyak dihasilkan dari limbah, baik limbah kotoran manusia, limbah industri, atau limbah organik lain seperti: hasil samping penggunaan pupuk pertanian.

### g. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Menurut Wisnu (2004:92) COD adalah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia.

Dengan demikian tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat kekeruhan, temperatur,

## METODE

Metode penelitian adalah suatu cabang ilmu pengetahuan yang membicarakan atau mempersoalkan mengenai cara-cara melaksanakan penelitian berdasarkan fakta-fakta atau gejala secara ilmiah.

Penelitian ini memerlukan dua pendekatan yaitu pendekatan Keruangan dan pendekatan Ekologi yang disebut pendekatan kompleks wilayah. Objek dalam penelitian ini adalah keseluruhan unit Sungai Musi dari hulu ke hilir yang melintasi Kelurahan 1 Ulu Kecamatan Seberang Ulu 1 Palembang.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive Sampling*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara astronomis Kelurahan 1 Ulu terletak pada  $104^{\circ} 46' 76''\text{BT}$ - $104^{\circ} 46' 82''\text{BT}$  dan  $3^{\circ} 0' 84''\text{LS}$ - $3^{\circ} 01' 23''\text{LS}$ . Kelurahan 1 Ulu secara administratif terbagi kedalam 5 LK, setiap LK terdiri dari 6 RT dan 1 RW. Adapun batas-batas administratif Kelurahan 1 Ulu adalah sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kelurahan 2 Ulu.

Dengan demikian, maka dapat dideskripsikan keadaan kualitas air Sungai Musi ditinjau dari parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut uraian keadaan air Sungai Musi secara per parameter dari setiap area pengamatan.

warna, Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Nitrit, Nitrat dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

(Sampel Purposif), yaitu sampel yang dipilih secara cermat dengan mengambil objek penelitian yang selektif dan mempunyai ciri-

ciri yang spesifik sehingga dapat dianggap cukup representatif (Moh. Pabundu Tika, 2005:50). Teknik ini digunakan untuk menentukan titik pengamatan di lapangan yang disesuaikan dengan teori yang akan digunakan. Area pengamatan penelitian yang tersebar pada sungai mencakup tiga area pengamatan, yakni bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir. Setiap area pengamatan terdiri dari satu sampai dua titik pengamatan.

- b. Sebelah Selatan berbatasan dengan Sungai Ogan dan Kecamatan Kertapati
- c. Sebelah Timur berbatasan dengan Kelurahan Tuan Kentang
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Sungai Musi

Sedangkan kondisi iklim menurut hasil perhitungan klasifikasi iklim menurut Schmidh-Ferguson dapat diketahui bahwa di Kelurahan 1 Ulu tergolong ke dalam zona/tipe iklim B (Basah).

- 1) Kualitas Air Sungai Musi pada Area Pengamatan Hulu

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang telah dilaksanakan maka dapat diperoleh dan diketahui tingkat kualitas air Sungai Musi dari

setiap titik pengamatan di bagian hulu sungai. Titik pengamatan tersebut yaitu titik pengamatan 5 yang tepatnya berada pada Sungai Ogan yang merupakan aliran anak Sungai Musi. Pada titik pengamatan pertama ini berperan sebagai pengontrol air sungai yang masuk pada area pengamatan tengah atau biasa disebut dengan *base line system*.

Kondisi fisik yang terdapat pada area pengamatan bagian hulu yaitu di titik pengamatan 5 ini memiliki kondisi warna air cokelat pekat serta berbau namun tidak terlalu

menyengat dengan temperaturnya yakni 25,5°C. Sedangkan untuk tingkat kekeruhan/*turbidity* air sungai pada titik

## 2) Kualitas Air Sungai Musi pada Area Pengamatan Tengah

Area pengamatan tengah terdapat dua titik pengamatan yaitu titik pengamatan 1 dan titik pengamatan 2, tepatnya tidak terlalu jauh dari muara Sungai Ogan yakni  $\pm 100$  meter. Pada titik ini berfungsi untuk menilai kualitas air yang disebabkan karena limbah domestik rumah tangga. Secara umum kondisi fisik yang diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran pada titik pengamatan 1 dan 2 ini sudah terdapat perbedaan yang cukup berarti apabila dibandingkan dengan area pengamatan bagian hulu sungai. Dari segi warna sudah terlihat jelas perbedaannya, yaitu berwarna cokelat kehijauan yang disebabkan karena banyaknya limbah organik yang telah mengalami pembusukan dalam air sungai sehingga muncul warna kehijauan. Air sungai pada area pengamatan tengah ini juga sudah mulai tercium bau tak sedap yang disebabkan karena limbah buangan masyarakat bantaran sungai yang pemukimannya cukup padat pada area pengamatan tengah ini.

pengamatan 5 ini memiliki tingkat kekeruhan sebesar 18,7 NTU. Kondisi seperti ini masih diperbolehkan menurut standar baku mutu yang telah ditetapkan artinya masih berada di bawah ambang batas dan tergolong baik.

Kondisi kimia air sungai pada titik pengamatan 5 dikatakan buruk terutama pada parameter  $H_2S$  dan COD yang menunjukkan hasil uji pemeriksaan air diatas ambang batas yang telah ditetapkan, Sedangkan untuk parameter kandungan nitrit dan nitrat air yaitu 0,009 mg/l dan 2,258mg/l, kondisi ini masih tergolong baik berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan.

Sedangkan untuk temperaturnya tidak jauh berbeda dengan bagian hulu sungai dan masih dibawah standar baku mutu yang telah

ditetapkan yakni 25,4 °C pada titik pengamatan 1 dan 26,6 °C pada titik pengamatan 2. Selain itu untuk tingkat kekeruhannya juga sudah terjadi perbedaan dari area pengamatan sebelumnya yaitu 49,4 NTU pada titik pengamatan 1 dan 49,7 NTU pada titik pengamatan 2. Kondisi kualitas air yang seperti ini dapat dikatakan buruk karena melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

Sementara untuk menilai kualitas air dari aspek kimia pada area pengamatan tengah ini juga tergolong buruk diatas ambang batas terutama untuk parameter  $H_2S$  dan COD. Pada titik pengamatan 1 memiliki kandungan  $H_2S$  yaitu 0,024 mg/l dan pada titik pengamatan 2 yakni 0,027 mg/l. Sedangkan untuk parameter COD juga diketahui nilainya pada titik pengamatan 1 yaitu 15mg/l dan 14mg/l pada titik pengamatan 2. Nilai COD yang cukup tinggi disebabkan karena banyaknya penumpukkan bahan polutan dalam air. Sementara untuk parameter Nitrat dan Nitrit masih tergolong baik berada di bawah ambang batas standar baku mutu

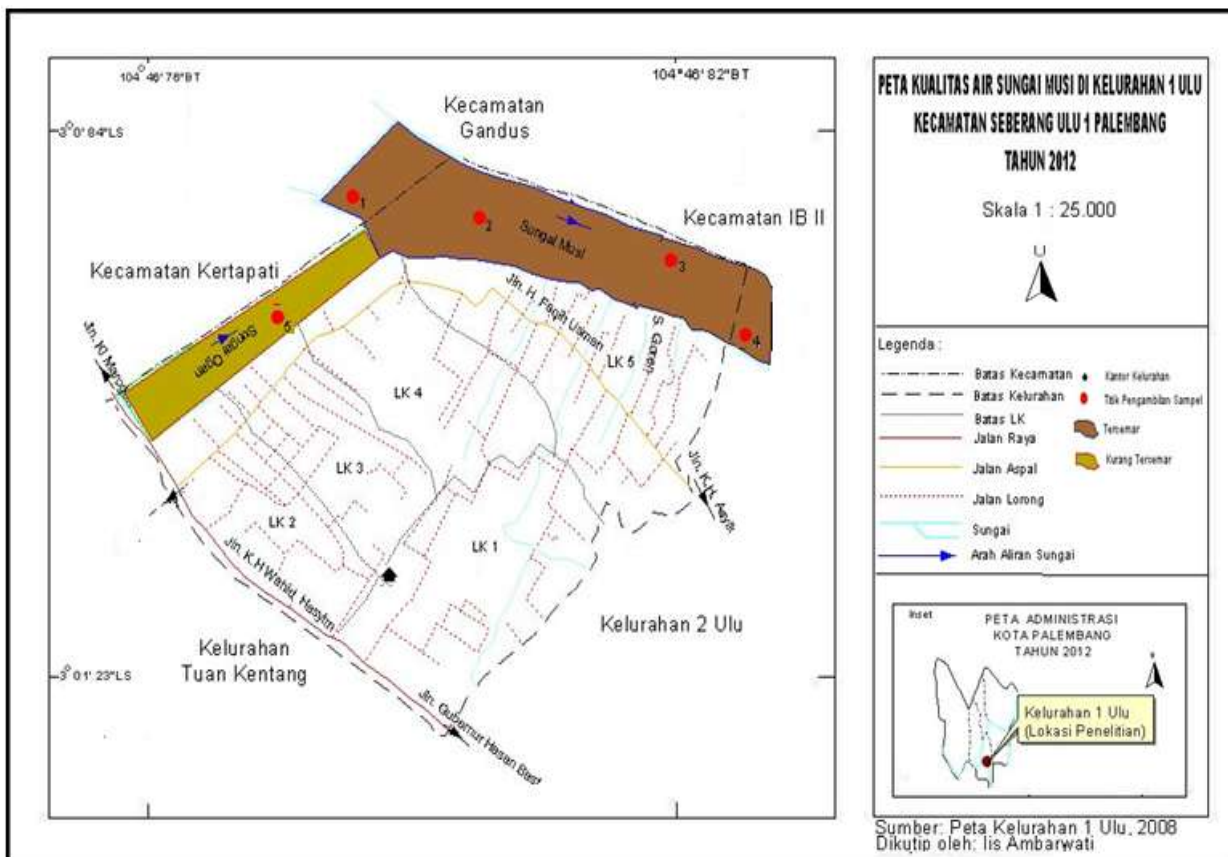
meskipun terjadi peningkatan nilai dari area pengamatan bagian hulu.

### 3) Kualitas Air Sungai Musi pada Area Pengamatan Hilir.

Pada area pengamatan hilir terdapat dua titik pengamatan yakni titik pengamatan 3 dan 4. Kedua titik pengamatan ini berfungsi untuk menilai kualitas air secara keseluruhan yang disebabkan karena limbah domestik rumah tangga. Kondisi fisik secara umum masih sama terutama pada parameter warna dan baunya. Warna air terlihat cokelat kehijauan dengan baunya yang busuk. Temperatur yang diperoleh dari hasil pengukuran pada dua titik pengamatan yaitu sebesar 25,5 °C dan 26,8 Temperatur air tersebut berada dibawah ambang batas yang telah ditentukan. Hal ini nitrat dan nitrit dikategorikan baik namun terjadi penurunan angka dari hasil uji pada titik pengamatan tengah.

berbeda dengan tingkat kekeruhan air yang dapat dikatakan tergolong buruk dari kedua titik pengamatan bagian hilir sungai tersebut, yaitu sebesar 49,4 NTU dan 49,1 NTU. Angka kekeruhan ini masih stabil dengan hasil uji pemeriksaan pada area pengamatan bagian tengah.

Selain itu untuk aspek kimia kualitas air yang ada pada area pengamatan hilir ini terjadi peningkatan kandungan  $H_2S$  yaitu pada titik pengamatan 3 dengan nilai 0,039 mg/l. Kondisi ini di atas ambang batas yang telah ditentukan. Mengenai nilai COD tidak terjadi perubahan yakni masih dalam kondisi yang stabil yakni 15mg/l dari dua titik pengamatan meskipun masih tetap tergolong buruk kualitas airnya. Sedangkan untuk parameter Nitrat dan Nitrit masih tergolong baik/normal.



Gambar 1. Peta Kualitas Air Sungai Musi

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Musi yang mengalir di Kelurahan 1 Ulu dan sekitarnya secara umum telah tercemar:

1. Tingkat kekeruhan dikategorikan buruk dengan nilai rata-rata 43,26 NTU.
2. Temperatur atau suhu masih tergolong baik/stabil yaitu 25,96°C.
3. Kondisi air berwarna dan berbau sehingga melebihi ambang batas yang telah ditentukan.
4. Tingkat Nitrat masih berada di bawah ambang batas standar baku mutu yaitu dengan nilai rata-rata Nitrat 4,604 mg/l .
5. Tingkat Nitrit berada di bawah ambang batas standar baku mutu yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 0,013 mg/l.
6. Kadar H<sub>2</sub>S memiliki kadar diatas ambang batas standar baku mutu yang telah

ditentukan, yakni rata-rata nilai H<sub>2</sub>S sebesar 0,026 mg/l.

7. Kadar COD diatas ambang batas standar baku mutu yang telah ditentukan, yakni rata-rata nilai H<sub>2</sub>S sebesar 16,8 mg/l.

Dari hasil kajian yang didapatkan dalam penelitian ini, maka peneliti akan memberikan saran yaitu :

1. Bagi warga hendaknya mengubah kebiasaan buruk mereka yang cenderung merusak ekosistem sungai .
2. Kepada industri-industri atau pabrik menambahkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk penyaringan dan pengolahan limbah cair .
3. Aparatur pemerintah terkait khususnya dari pihak RT, Kelurahan ataupun BAPEDALDA Kota Palembang untuk berperan aktif menghimbau serta memberikan berbagai layanan penyuluhan kesehatan lingkungan kepada warga sekitarnya.

## DAFTAR RUJUKAN

Endrah. 2010. *Analisa Kimia sampel Air Sungai: Pengukuran Kualitas Air*. Handout. Diakses Rabu, 01 Februari 2012. Pukul: 09.25 WIB. <http://endrah.blogspot.com/2010/04/turbidimeter.html>. Bandar Lampung.

Moh. Pabundu Tika. 2005. *Metode Penelitian Geografi*. Jakarta: Bumi Aksara.

Sumadi. 2003. *Filsafat Geografi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

Suripin, M.Eng. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

Wardiyatmoko. 2006. *Geografi*. Jakarta: Erlangga.

Wisnu Arya Wardhana. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*.